

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-120789

(43)Date of publication of application : 15.04.2004

(51)Int.Cl.

H04B 17/00

H04J 11/00

(21)Application number : 2003-388257

(71)Applicant : KANSAI TELECASTING CORP

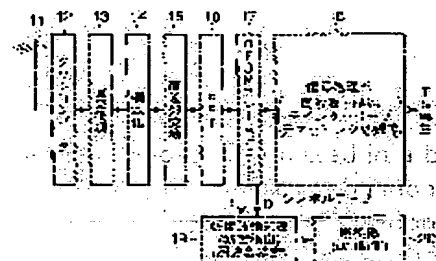
(22)Date of filing : 18.11.2003

(72)Inventor : MIZUKAWA TAKESHI

(54) INTERFERENCE WAVE DETECTION APPARATUS AND INTERFERENCE WAVE DETECTION METHOD**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an interference wave detection apparatus which detects an interference wave mixed in a digital broadcasting wave in a real field and measures its frequency and D/U ratio even in the case that the interference wave is buried in an OFDM or even while digital broadcasting waves are being broadcasted and to provide an interference wave detection method.

SOLUTION: An interference wave detection part 20 detects the interference wave mixed in a band by temporally integrating the power of baseband signals corresponding to a plurality of carriers constituting the OFDM, and the frequency of the interference wave and a power ratio with a desired wave are acquired from the temporal power integrated value.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

18.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3578756

[Date of registration]

23.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-120789

(P2004-120789A)

(43) 公開日 平成16年4月15日(2004.4.15)

(51) Int. Cl. ⁷H04B 17/00
H04J 11/00

F I

H04B 17/00
H04J 11/00C
Z

テーマコード (参考)

5K022
5K042

審査請求 有 請求項の数 10 O L 公開請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2003-388257 (P2003-388257)
(22) 出願日 平成15年11月18日 (2003.11.18)(71) 出願人 500248331
関西テレビ放送株式会社
大阪市北区扇町2丁目1番7号
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74) 代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

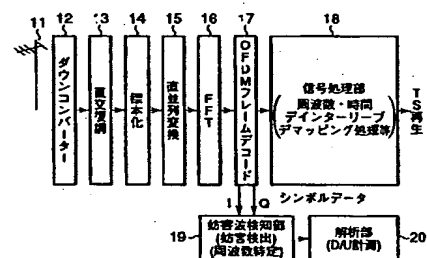
(54) 〔発明の名称〕 妨害波検出装置及び妨害波検出方法

(57) 【要約】

【課題】この発明は、妨害波がOFDMに埋もれているようなケースでも、デジタル放送波を放送中にも、実際のフィールドでデジタル放送波に混信する妨害波を検出し、その周波数及びD/U比を測定することを可能とした妨害波検出装置及び妨害波検出方法を提供することを目的としている。

【解決手段】妨害波検知部20により、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分して帯域内に混信する妨害波を検出し、電力時間積分値から、妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出手段と、

前記妨害波検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定手段と、

前記妨害波検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得手段とを具備したことを特徴とする妨害波検出装置。

10

【請求項 2】

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出手段と、

前記妨害波検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定手段と、

前記妨害波検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得手段とを具備したことを特徴とする妨害波検出装置。

20

【請求項 3】

前記周波数特定手段で特定した妨害波の周波数と前記電力比取得手段で取得した妨害波の電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示手段を具備したことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の妨害波検出装置。

【請求項 4】

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する第 1 の検出手段と、前記第 1 の検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する第 1 の特定手段と、前記第 1 の検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する第 1 の取得手段とを有する第 1 の妨害波検出手段と、

30

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する第 2 の検出手段と、前記第 2 の検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する第 2 の特定手段と、前記第 2 の検出手段によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する第 2 の取得手段とを有する第 2 の妨害波検出手段と、

40

前記第 1 の妨害波検出手段と前記第 2 の妨害波検出手段とを、混信している妨害波と希望波との電力比に応じて切り替える切替手段とを具備したことを特徴とする妨害波検出装置。

【請求項 5】

前記切替手段によって切り替えられた前記第 1 または第 2 の妨害波検出手段から得られる妨害波の周波数と電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示手段を具備したことを特徴とする請求項 4 記載の妨害波検出装置。

【請求項 6】

50

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施して得られたベースバンド信号に対し、OFDMを構成する複数の搬送波ごとのI、Q各軸の信号を電圧加算することにより、妨害波の検出とその搬送周波数を特定する検出手段と、

前記検出手段により妨害波が検出された特定の搬送波を用いて、その搬送波の電力積分値から、混信している妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得する取得手段とを具備したことを特徴とする妨害波検出装置。

【請求項7】

前記取得手段で取得した妨害波の周波数と電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示手段を具備したことを特徴とする請求項6記載の妨害波検出装置。

【請求項8】

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出工程と、

前記妨害波検出工程によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定工程と、

前記妨害波検出工程によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得工程と、

前記周波数特定工程で特定した妨害波の周波数と前記電力比取得工程で取得した妨害波の電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示工程とを具備したことを特徴とする妨害波検出方法。

【請求項9】

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出工程と、

前記妨害波検出工程によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定工程と、

前記妨害波検出工程によって得られる、前記複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得工程と、

前記周波数特定工程で特定した妨害波の周波数と前記電力比取得工程で取得した妨害波の電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示工程とを具備したことを特徴とする妨害波検出方法。

【請求項10】

OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施して得られたベースバンド信号に対し、OFDMを構成する複数の搬送波ごとのI、Q各軸の信号を電圧加算することにより、妨害波の検出とその搬送周波数を特定する検出工程と、

前記検出工程により妨害波が検出された特定の搬送波を用いて、その搬送波の電力積分値から、混信している妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得する取得工程と、

前記取得工程で取得した妨害波の周波数と電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示工程とを具備したことを特徴とする妨害波検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、地上波デジタル放送において使用されるOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変調波の帯域内に妨害が与えられた場合に受信波の中の妨害波(混信波)を検出し、その妨害周波数とD/U (Desired/Undesired) 比 (OFDM波と

10

20

30

40

50

妨害波との電力比)を求める妨害波検出装置及び妨害波検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

周知のように、地上デジタルテレビジョン放送では、デジタル変調方式の1つであるOFDM(直交周波数分割多重)方式が用いられている。このOFDM方式は、多数の搬送波を利用して情報を伝達する方式であり、OFDM波はOFDM方式のデジタル放送において用いられる放送波である。

【0003】

このOFDM方式において、隣接チャンネルに存在する妨害波は、一般的にはスペクトラムアナライザを用いることにより検出することができ、OFDM波(希望波)と妨害波との振幅の比であるD/Uも容易に把握することが可能である。

10

【0004】

しかしながら、デジタル放送波において、OFDM変調波の帯域内に妨害波が存在する場合、通常のスペクトラムアナライザ等ではOFDM波の持つスペクトラム特性のため、妨害波を視覚的に検出することは困難である。

【0005】

特に、デジタル放送がアナログ放送とサイマルで放送される期間においては、デジタル放送波の中にアナログ放送波が混信することが予想される。この場合、OFDMデジタル放送波を観測しても、同一帯域内に混信するアナログ放送波をスペクトラムアナライザ等で視覚的に観測することは不可能である。

20

【0006】

すなわち、デジタル放送の受信環境において、デジタル放送チャンネルの帯域外に妨害波がある場合には、一般的にはスペクトラムアナライザ等を用いた観測により検出でき、そのD/U比も容易に読み取ることができる。

【0007】

しかしながら、希望するデジタル波の同一チャンネル内(帯域内)に存在する外的な妨害波については、スペクトラムアナライザで観測したとき、OFDMスペクトラムの中に埋もれてしまって、通常の手法では観測されないのが一般的である。

【0008】

一方、デジタル放送波を観測して、妨害波の観測されない波形が得られても、帯域内に妨害波が存在する場合は、受信不良となるようなケースが起こることになり、このような混信がある場合に受信波の品質がC/N(Carrier/Noise)以外で劣化していることを確認するためには、この帯域内の妨害波を検出し特定する必要がある。

30

【0009】

実際にフィールドで上記の混信妨害を確認する場合は、従来技術ではデジタルのOFDM放送波を停止させて、すなわち放送終了後にスペクトラムアナライザで観測するしか方法がなかった。ところが、このとき、他方の放送波が休止している場合は観測が不能となることが予想される。

【0010】

特許文献1には、OFDM波受信装置から出力されている等化前のFFT(Fast Fourier Transform)出力波形からOFDM波の周波数特性を表わすスペクトラム波形を作成し、作成されたスペクトラム波形を描画して、FFT出力波形に含まれる所定レベルを超えるデータを妨害波として検出する構成が開示されている。

40

【特許文献1】特許第3442379号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

そこで、この発明は上記事情を考慮してなされたもので、妨害波がOFDMに埋もれているようなケースでも、デジタル放送波を放送中にも、実際のフィールドでデジタル放送波に混信する妨害波を検出し、その周波数及びD/U比を測定することを可能とした妨害

50

波検出装置及び妨害波検出方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明に係る妨害波検出装置は、OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出手段と、妨害波検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定手段と、妨害波検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得手段とを備えるようにしたものである。

10

【0013】

また、この発明に係る妨害波検出装置は、OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出手段と、妨害波検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定手段と、妨害波検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得手段とを備えるようにしたものである。

20

【0014】

さらに、この発明に係る妨害波検出装置は、OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する第1の検出手段と、第1の検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する第1の特定手段と、第1の検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する第1の取得手段とを有する第1の妨害波検出手段と；OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する第2の検出手段と、第2の検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する第2の特定手段と、第2の検出手段によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する第2の取得手段とを有する第2の妨害波検出手段と；第1の妨害波検出手段と第2の妨害波検出手段とを、混信している妨害波と希望波との電力比に応じて切り替える切替手段とを備えるようにしたものである。

30

40

【0015】

また、この発明に係る妨害波検出装置は、OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施して得られたベースバンド信号に対し、OFDMを構成する複数の搬送波ごとのI、Q各軸の信号を電圧加算することにより、妨害波の検出とその搬送周波数を特定する検出手段と、検出手段により妨害波が検出された特定の搬送波を用いて、その搬送波の電力積分値から、混信している妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得する取得手段とを備えるようにしたものである。

【0016】

一方、この発明に係る妨害波検出方法は、OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド

50

信号の電力をそれぞれ時間積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出工程と、妨害波検出工程によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定工程と、妨害波検出工程によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得工程と、周波数特定工程で特定した妨害波の周波数と電力比取得工程で取得した妨害波の電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示工程とを備えるようにしたものである。

【0017】

また、この発明に係る妨害波検出方法は、OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施した信号を用いて、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分することにより、帯域内に混信する妨害波を検出する妨害波検出工程と、妨害波検出工程によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、妨害波が混信している周波数を特定する周波数特定工程と、妨害波検出工程によって得られる、複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分した値から、混信している妨害波と希望波との電力比を取得する電力比取得工程と、周波数特定工程で特定した妨害波の周波数と電力比取得工程で取得した妨害波の電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示工程とを備えるようにしたものである。

【0018】

さらに、この発明に係る妨害波検出方法は、OFDM波を受信し復調及び高速フーリエ変換処理を施して得られたベースバンド信号に対し、OFDMを構成する複数の搬送波ごとのI、Q各軸の信号を電圧加算することにより、妨害波の検出とその搬送周波数を特定する検出工程と、検出工程により妨害波が検出された特定の搬送波を用いて、その搬送波の電力積分値から、混信している妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得する取得工程と、取得工程で取得した妨害波の周波数と電力とを、希望受信波の伝送周波数特性及び電力とともに視覚的に表示する表示工程とを備えるようにしたものである。

【発明の効果】

【0019】

上記した発明によれば、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の電力をそれぞれ時間積分して帯域内に混信する妨害波を検出し、電力時間積分値から、妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得するようにしている。また、OFDMを構成する複数の搬送波に対応するベースバンド信号の持つ誤差成分をそれぞれ時間的に電力積分して帯域内に混信する妨害波を検出し、電力時間積分値から、妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得するようにしている。さらに、OFDM波を復調したベースバンド信号に対して、OFDMを構成する複数の搬送波ごとのI、Q各軸の信号を電圧加算して妨害波を検出し、その搬送波の電力積分値から妨害波の周波数及び希望波との電力比を取得するようにしている。これにより、妨害波がOFDMに埋もれているようなケースでも、デジタル放送波を放送中にも、実際のフィールドでデジタル放送波に混信する妨害波を検出し、その周波数及びD/U比を測定することを可能にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。この実施の形態では、OFDM受信機内のFFT部から出力されるOFDMの各搬送波の振幅に相当するFFT後の等化前の出力データを入力とし、OFDMを構成する各搬送波毎に電力（または電圧）分布を算出し、この累積データの分布から、妨害波が存在する搬送波部分を特定し、識別したOFDMキャリア部分の累積積算電力と妨害波部分の累積積算電力とから、D/U比（OFDMと妨害波の電力比）を得るアルゴリズムならびにその実現手段を提供するものである。なお、等化後のデータであっても同じアルゴリズムにより実現できる。

以下にその詳細を述べる。

【0021】

(1) デジタルOFDM放送波の復調系統と信号形式

地上デジタル放送は、OFDM方式であり、多数の搬送波で構成されている。図1に示すように、アンテナ11で受信された放送波は、OFDM受信機のフロントエンド部を構成するダウンコンバータ12でベースバンド信号にダウンコンバートされた後、直交復調部13、標本化部14及び直並列変換部15により、OFDMシンボル期間単位で複素信号列としてサンプリングされ、FFT部16に送られる。

【0022】

FFT部16でデータをFFT（高速フーリエ変換）処理し、OFDMフレームデコード部17でデコード処理することにより、各搬送波が伝送するベースバンド信号列、つまり、各シンボルデータ（I、Qデータ）を出力する。この信号は、信号処理部18を介した後、TS（Transport Stream）再生に共される。

【0023】

また、OFDMフレームデコード部17から出力されたI及びQのシンボルデータは、妨害波検知部19に供給されて妨害波の検出及びその周波数特定が行なわれた後、解析部20に供給されてD/U計測が行なわれる。

【0024】

ここで、I及びQのシンボルデータは、OFDMの各搬送波が与えられた変調形式、例えば64QAM（Quadrature Amplitude Modulation）、16QAM及びQPSK（Quadrature Phase Shift Keying）等に従った振幅値として出力され、一般的には8-10ビットの量子化値を持つデジタルデータの形式を有する。例えばこの信号がアナログ値の場合はA/D（Analog/Digital）変換により量子化されたデータを、この実施の形態では取り扱っている。

【0025】

図2及び図3に示すように、例えば、64QAMの場合は、上位4ビットが符号を含むシンボル値であり、下位の6ビットは理想的には「0」が出力されるが伝送路の持つ雑音やその周波数に混信する妨害波により不確定となる誤差ビットとして表される。

【0026】

図3においては、

(a) 量子化値 10ビットの物理的な意味

MSB : 符号ビット（+I）、（-I）

MSB-1~3 : 64QAMシンボル値（但し奇数のみ）

MSB-3 : 多値シンボルの折り返しの符号ビット兼用（0：負、1：正）

2's コンプリメント処理に使用 0：補数処理

MSB-4~LSB : 誤差値 000000~111111 まで

(b) OFDM平均電圧値

図3より、4/7の点が平均値となる。（0100000000）

MSB3ビット目が折り返しの符号のためLSBの分解能は $1/2^8$ となり

$$2.0 \text{ Log} (2^8) = -48.2 \text{ (dB)}$$

である。

【0027】

(2) OFDM復調器から出力されるデータ列の持つ特徴

FFT部16から出力されるI及びQのシンボルデータは、OFDMシンボル期間ごとに各搬送波が伝送すべき情報であり、図4に示すように位相図にマッピングできる。デジタル放送の送信側からは、このシンボルデータによる各搬送波の変調方式に関わらず、平均電力が1となるように、送信信号レベルは正規化されて送られている。すなわち、64QAMにおいては、各搬送波の位相点を $Z = I + jQ$ としたとき、 $Z / (42)^{1/2}$ で正規化して伝送する。

【0028】

10

20

30

40

50

あるシンボル期間 (t) における各搬送波番号 (n) のシンボルデータを (I_{tn} , Q_{tn}) とすると、位相図における点は、 $Z_{tn} = I_{tn} + j Q_{tn}$ で表わされ、その点の電力は、

$$Z_{tn}^2 = I_{tn}^2 + Q_{tn}^2$$

と表わされる。

【0029】

1 OFDM フレーム期間において、 t はシンボル期間であるので、時間軸方向でのシンボル数は、各搬送波あたり、204 個存在する。また、 n は各搬送波番号であるから、周波数軸方向のシンボル数は、1 シンボル期間あたり、モード 1 では 1, 405 個、モード 2 では 2, 809 個、モード 3 では、5, 617 個存在する。

【0030】

したがって、1 OFDM フレーム期間に含まれる全シンボル数は、モードにより値が違うが、これらの積となり、例えばモード 3 では、 $204 \times 5, 617 = 1, 145, 868$ 個となる。

【0031】

この中には、CP、TMCC、AC の予めキャリア番号が決まっているシンボルも含まれている。また、SP データ (スカッタードパイロット信号) が、ある規則をもって、データシンボル中に配置されている。図 5 は、OFDM のフレーム構成 (データマッピング) を示している。

【0032】

送信側では、伝送情報であるトランスポートストリーム信号 (ビット列) にエネルギー拡散処理 (いわゆるランダムイズ) がなされ、また各シンボルの平均電力は、TMCC と AC を除き、各搬送波の変調方式によらず、1 となるように規格化され送信されている。またキャリア番号が決められている TMCC と AC とは、ランダムイズされたシンボルを平均電力 1 に対し、 $16/9$ の平均電力で送信している。

【0033】

このように OFDM 信号では、ある 1 シンボル期間における各搬送波の電力値は、各シンボルデータによりさまざまな値をとり、また、各搬送波における各シンボルの電力値も各シンボルデータによりさまざまな値をとる。

【0034】

各搬送波の電力を周波数方向に積算したものは、そのシンボル期間のチャンネルパワー (OFDM 電力) に相当する。しかし、シンボルデータが送信側で周波数軸方向にも、時間軸方向にもランダムイズされているため、各シンボル期間において各搬送波がどのような変調方式 (階層) であろうとも、この各シンボル期間におけるチャンネルパワーはある値を中心とした分布となる。時間軸方向でこのチャンネルパワーを平均したものが OFDM 平均電力となる。

【0035】

各搬送波電力を時間軸方向で積算していくと、これらの各電力はそのランダム性により各搬送波の電力はすべて等しい電力値に収束していくことになる。すなわち、周波数方向 n に対して、また時間方向 t に対して

10

20

30

【数1】

チャンネルパワー P_c は $P_c = \sum_{n=1}^N Z_{tn}^2$

OFDM平均電力 P_o は $P_o = \sum_{t=1}^{204} P_c = (\sum_{t=1}^{204} \sum_{n=1}^N Z_{tn}^2) / 204 \times N$

であり、この P_o が1となる。

また、各搬送波毎の電力 P_f は、 $P_f = \sum_{t=1}^{204} Z_{tn}^2$

10

【0036】

であり、この P_f が周波数に関わらず一定の値を持つことになる。

【0037】

また、この信号を I 、 Q 軸に分解した電圧成分として取り扱うと、各搬送波の時間方向の積分値はOFDMのフレーム期間で「0」に収束することになる。

【0038】

一般に雑音や干渉がない状態では、図2において各 I 、 Q の値は、

$X \ X \ X \ X \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$

として、表わされることになる。 $X \ X \ X \ X$ は符号を含む I 及び Q の振幅であり、+7～-7まで8通りの値となる。

20

【0039】

シンボルデータのうち各搬送波を I 、 Q 成分に分解した電圧成分として着目すると、図6に示すように、 I_{tn} 、 Q_{tn} はそれぞれ正負の値を持つことになるので、

【数2】

$$\sum_{t=1}^{204} I_{tn} = 0 \quad \sum_{t=1}^{204} Q_{tn} = 0 \quad (\text{各} n \text{ に対して})$$

30

【0040】

となる。

【0041】

(3) OFDM波に妨害波が混信した場合

ここで、妨害波があるレベルをもって、OFDM帯域内に混入すると、その妨害波周波数に相当する各搬送波の変調内容(振幅・位相)が大きく変化するとともに、各シンボル期間におけるランダム性が崩れ、妨害波の電力が定常的にその各搬送波部に存在することになる。その結果、FFT処理を行なった当該各搬送波のシンボルデータは妨害波と伝送シンボルの電力を併せ持つ値となって出力される。図7(a)、(b)は、妨害波成分が小さい場合のシンボルデータを示し、図8(a)、(b)は、妨害波成分が大きい場合のシンボルデータを示している。

40

【0042】

ここで、取り扱うデータとして、瞬時データと平均値データとを定義する。瞬時データは、あるOFDMフレーム期間のセグメントと搬送波(キャリア)番号とシンボル番号で一意的に決まるデータとする。また平均値データは瞬時データをある一定期間において、加算平均したデータとする。

【0043】

(4) 遅延波による影響と妨害波による影響との差異

図9(a)～(c)に示すように、データ信号はランダム化された64QAM信号で

50

あるため、遅延がある時には、遅延したデータ信号（位相差を持つ）とのベクトル合成で位相回転と振幅変化を起こし、本来とは異なる I と Q の成分を持つ信号となる。

【0044】

この状態はいずれの値も同一確率で発生する。このため、ある周期の加算平均は“0”に近づくことになる。必ず0になるとは限らないのは、ランダムイズは周波数軸方向であり、OFDMのフレーム方向ではないので、概ね近づくとはいえる。遅延波がある場合でもこの加算平均は影響を受けないことがわかる。図9(a)～(c)は、OFDM搬送データのうち、SPデータを例にして記載している。

【0045】

図10(a)～(c)に示すように、妨害波がある場合の加算平均は遅延波とは異なり、1シンボル期間での妨害波の位相回転量はその妨害波搬送周波数の1シンボル期間後の状態に独立に起因するためシンボルデータから見ると不定となる。

【0046】

瞬時データの的には、シンボルデータは遅延波と同様に I, Q 成分を持つ信号に変換される。また、平均的には遅延波が0の値に収束するのとは異なり、各シンボル時間で現れる妨害波がそれぞれベクトル合成されたものとして現れることになる。図10(a)～(c)は、OFDM搬送データのうち、SPデータを例にして記載している。すなわち、この実施の形態の方式は遅延を含む受信波の場合でも有効であることを示している。

【0047】

(5) 妨害波の検出と電力の計測

(5-1)

当該シンボルデータの電力を搬送波ごとに時間軸方向で積算していくと、妨害波のスペクトラムが混信していない他の各搬送波は、先に述べたように、一定の値に収束していくのに対し、妨害波の存在する搬送波の電力積算値は、一定でない大きな値となる。

【0048】

この電力積算の値を予め設定したスレシホールド値と比較することにより、妨害波の存在する各搬送波番号を得ることができ、この当該各搬送波番号から、妨害波の周波数が一意的に決まることになる。

【0049】

また、この当該各搬送波の妨害波の積算電力を、周波数方向に、妨害波が検知されるすべての各搬送波の積算電力和から妨害波の電力を計測できることになる。この妨害波が存在していない搬送波の全積算電力（OFDM電力）と、この妨害波の積算電力和から当該搬送波のデータ伝送部分の電力和（妨害波が存在していない搬送波の電力を利用して算出できる）を減じた値との比を取ることににより、D/U比を算出できる。

【0050】

すなわち、OFDM放送波をFFTすることによって、シンボルデータ列を図11に示すように得ることができる。Nはモードにより決まるキャリア数で、例えばモード3ならば、617本である。Tはデータ取得期間であり、例えば1OFDMフレーム期間とすると、204シンボル期間となる。

【0051】

各搬送波番号 n の T シンボル期間における積算電力は、

【数3】

$$\sum_{t=1}^T Z_{tn}^2$$

【0052】

と表わされる。

【0053】

10

20

30

40

50

このとき、各搬送波の積算電力は、ある値（理想値） Z_o を中心とした値となり、ほぼ等しくなる。（TMCCとACキャリアとは別の値 Z_o' ）

ここで、例えば1フレーム期間（204シンボル期間）において積算した各搬送波の電力を比較することにより、 i 番目の各搬送波の積算電力

【数4】

$$\sum_{t=1}^T Z_{ti}^2$$

【0054】

が他に比べて、明らかに大きいと判断できる場合、その i 番目キャリアの位置に妨害波が存在すると決定する。このとき、当該キャリアの積算電力は、妨害波電力とシンボルデータの電力との和となっていることから、妨害波のみの積算電力は、この積算値から他のキャリア積算電力の収束値 Z_o または Z_o' を減じた値となる。当該キャリアが、TMCCまたはACキャリアであるかは、キャリア番号で判別できるので、減じる値（ Z_o 、 Z_o' ）はそれに対応することになる。

【0055】

D/U比を求めるためには、全各搬送波の積算電力の和と妨害波のみの積算電力の比を算出すればよい。

【数5】

OFDM部分の積算電力

$$A = \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T Z_{tn}^2 + Z_o (z_o') \quad n \neq i$$

妨害波部分の積算電力

$$B = \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T Z_{tn}^2 - Z_o (z_o') \quad n = i$$

よってD/U比は $10 \log A/B$ と算出される。

【0056】

図12は、各搬送波の積算電力値を示している。このように、各搬送波の積算電力を得る場合には、図13に示すように、熱雑音によると仮定するビットを除き、全ビットを取り扱う。

【0057】

(5-2)

図7(a)、(b)に示した例のように、妨害波がシンボルデータの誤差範囲に存在するとした場合には、電力誤差値の時間積分により、処理を行なうことができる。

【0058】

妨害波のスペクトラムが混信していない各搬送波電力は、先に述べたように、一定の値に収束していくので、その搬送波ごとの誤差成分のみに着目して取り扱うこととし、誤差成分の電力積算を行なうと、妨害波の存在する搬送波の誤差電力積算値は、0でない大きな値となる。

【0059】

この誤差電力積算の値を予め設定するスレシホールド値と比較することにより、妨害波

10

20

30

40

50

の存在する各搬送波番号を得ることができ、この当該各搬送波番号から、妨害波の周波数が一意的に決まることになる。

【0060】

また、この当該各搬送波の妨害波の積算電力を、周波数方向に、妨害波が検知されるすべての各搬送波の積算電力和から妨害波の電力を計測できることになる。別に求めるOFDM電力と、この妨害波の積算電力との比を算出することにより、D/U比を得ることができる。この様子を図14に示している。

【0061】

(5-3)

シンボルデータの電圧(IまたはQ)を時間軸方向で積算していくと、妨害波のスペクトラムが混信していない他の各搬送波は、先に述べたように、0の値に収束していくのに対し、妨害波の混入する各搬送波の電圧積算は、0ではない異なる値になる。

【0062】

この電圧積算の値を予め設定するスレシホールド値と比較することにより、妨害波の存在する各搬送波番号を得ることができ、この当該各搬送波番号から、妨害波の周波数が一意的に決まることになる。

【0063】

この方法では、電力換算する手間が省くことができるので、図15に示すように、加算器21及びD(Delay)タイプFF(Flip Flap)部22よりなる積分器の出力を、判定部23で判定することにより、リアルタイムに検出することができる。

【0064】

図15では、積分期間は周波数方向でも、各搬送波に対する時間軸方向でも、妨害波の検出としては有効であるが、周波数を特定するためには、各搬送波に対する積分を時間軸方向で行なう場合であるのは、先の説明から明らかである。

【0065】

また、入力するデータとしては、妨害電力が小さい場合は図13におけるデータ形式において、誤差成分のみ(下位6ビット)を加算することでも妨害波を検出できることは、先に説明したとおりである。

【0066】

また、予め設定するスレシホールド値の設定は、熱雑音に対して不干渉となる値を設定すると検出誤差が少なくなることも容易に実現できる。

【0067】

(6) D/U値を計測する方法

妨害を与えるD/U値を知るには、希望波電力と妨害電力の相対値の比を求めることになる。希望波電力を求める方法としては、下記の2つの方法がある。

【0068】

(a) OFDMフレーム内に内挿されているSP信号電力を用いる。この場合、SP信号の一搬送波電力は、OFDM平均電力の16/9になっていることを利用する。

【0069】

(b) OFDMフレーム内のデータ信号を直接用いる。この場合は、妨害波が検出されない任意の搬送波の電力を時間積分した後、全搬送波をかけたものをOFDM電力とする。

【0070】

妨害電力を求めるためには、妨害波が検出された搬送波毎にデータ値または各誤差信号の電力を時間積分して求まる。ここで、データ値または各誤差信号のいずれかを利用するかは、妨害波の大小により決定されることとする。

【0071】

(7) 妨害波の表示(検出結果の視覚的表現)

表示は、図16に示すイメージ図のように、OFDM波のスペクトラムと妨害波を二重投影する形で描画するとわかりやすい。OFDM波の同一チャンネル内(帯域内)に存在

10

20

30

40

50

する外的な妨害波は、スペクトラムアナライザで観測したとき、図 17 に示すように、OFDM スペクトラムの中に埋もれてしまっていて、観測されないのが一般的である。

【0072】

OFDM 波のスペクトラムについては、出力される I, Q データが、等化前の信号であるならば、先の (5-1) で得られる搬送波の周波数軸上の電力分布から妨害波の含まれる搬送波を除いたものが周波数特性に相当するものとなり、スペクトラム表示とすることができる。

【0073】

ここでは、受信機より別に出力される SP 信号により、RF 振幅周波数特性 (OFDM スペクトラム) を求める方法を記す。先の (5-2) で D/U 比を求める場合は、この方法により、OFDM 波のスペクトラムを得ることができる。以下は、そのアルゴリズムである。

【0074】

RF 振幅周波数特性は、1 OFDM フレーム期間の SP 信号の平均電力値として表示する。

【0075】

使用データ: $I_{sp}(p, j)$, $Q_{sp}(p, j)$

但し、 $p = 1, 468$, $j = 1, 64$ である。本データの取り込みは、毎 OFDM フレーム期間で更新する。平均化処理を行なうため、取りこみ期間を N (設定可能) とすると

$$N = 2^n$$

とすると平均化処理がビット切り捨てのみとなる。デフォルトの値は $n = 6$ 、つまり、 $N = 64$ とする。これは、1 OFDM 期間では 51 しかないので、次の OFDM フレームの先頭より 13 SP f 信号期間を取りこみ対象とする。

【0076】

取りこみデータ:

SP f 信号は OFDM のシンボル期間で、積分した形式 (すなわち、4 搬送波毎の穴を埋めた形で入力されるので) 全 SP データが更新される 4 OFDM シンボル期間毎 (すなわち 1 SP f 期間) のデータを利用する。SP マップを作成する。

【0077】

データ処理:

各 SP 周波数信号のビット処理を行なう。すなわち、ここで N は先に述べたように 2^n であるので、平均化は下位 n ビットの切り捨てを行なった $I_{sp}(p, j)$, $Q_{sp}(p, j)$ を行なう。

【0078】

電力値変換:

各周波数 (p) に対して得られた I, Q 振幅を各搬送波電力 $P_{sp}(p, j)$ に変換する。その後、平均値処理を行なう。

【0079】

$$P_{sp}(p, j) = I_{sp}(p, j)^2 + Q_{sp}(p, j)^2$$

【数 6】

$$\overline{P_{sp}(p,j)} = \left[\sum_{j=1}^N P_{sp}(p,j) \right] / N$$

$$(j=1 \sim N)$$

【0080】

表示データ変換:

表示のための各搬送波に対するデータ変換 (対数値) $S_p^-(p)$ を求める。

【0081】

10

20

30

40

50

$$S_{p^{-}}(p, j) = 10 \cdot \text{Log} [P_{sp^{-}}(p, j)]$$

上記により得られるOFDMスペクトラムに、妨害波成分を上書きするための表示アルゴリズムを以下に示す。

【0082】

上記(5-2)及び(6)で扱ってきた搬送波ごとに得ることができる妨害波電力を利用して、1搬送波毎に妨害波の値を表示する。

【0083】

表示の精度 $P_{ud}(p)$ の最大値は $I_v(p, k) = 2^2$ 、 $Q_v(p, k) = 2^2$ より $P_{ud}(p) = 2^5$ となる。 $P_{ud}(p)$ 最小値は $P_{ud}(p) = 1$ 、搬送波電力は 2^9 であるので、 $P_{ud}(p) = 2^5$ のときは、データ平均電力レベル-12(dB)、 $P_{ud}(p) = 1$ のときは、データ平均電力レベル-27(dB)のところにプロットすることになる。一般に、 $1 \leq P_{ud} \leq 31$ のときはデータ平均電力の表示点から $10 \cdot \text{Log}(512/P_{ud})$ だけ下げて表示することになる。

【0084】

(8) 妨害波検出、並びにD/U計測フローの例

図18では、妨害電力が小さい場合についての動作例を記載している。すなわち、搬送波方向 n 及び時間軸方向 t を初期値に設定し、妨害波 U を計測する(S1, S2, S3)。妨害波 U の振幅が熱雑音等に対する閾値 T_h 以上でなければ(S4でNo)、時間 t がデータ取得時間 T を越えたか否かを判別し(S5)、越えていなければ(S5でNo)、 t を+1してS3の処理に戻る(S6)。

【0085】

また、妨害波 U の振幅が熱雑音等に対する閾値 T_h 以上であれば(S4でYes)、妨害波が損壊すると判断し、その搬送波方向 n を確定する(S7, S8)。その後、または、時間 t がデータ取得時間 T を越えた場合(S5でYes)、全ての搬送波数 N について妨害波 U の計測が行なわれたか否かを判別し(S9)、行なわれていなければ(S9でNo)、 n を+1してS2の処理に戻る(S10)。

【0086】

一方、全ての搬送波数 N について妨害波 U の計測が行なわれていれば(S9でYes)、妨害検出 n_i に対して(S11)、時間軸方向 t を初期値に設定し(S12)、妨害電力を計測する(S13)。そして、時間 t がデータ取得時間 T を越えたか否かを判別し(S14)、越えていなければ(S14でNo)、 t を+1してS13の処理に戻る(S15)。

【0087】

また、時間 t がデータ取得時間 T を越えた場合(S14でYes)、特定の n_i に対して+1してS12の処理に戻る(S16, S17)。

【0088】

(9) 以上、説明してきたように、OFDM受信機から出力されるFFT出力データを演算・解析することにより、OFDM帯域内に存在する妨害波を検出し、その周波数とD/U比を算出することができる。このことにより、デジタル放送の運用状態にかかわらず、妨害波の存在を把握することができるようになり、デジタル放送の良好な受信環境の形成に貢献することができる。

【0089】

なお、この発明は上記した実施の形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を種々変形して具体化することができる。また、上記した実施の形態に開示されている複数の構成要素を適宜に組み合わせることにより、種々の発明を形成することができる。例えば、実施の形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除しても良いものである。さらに、異なる実施の形態に係る構成要素を適宜組み合わせても良いものである。

【図面の簡単な説明】

【0090】

10

20

30

40

50

【図 1】この発明の実施の形態を示すもので、OFDM受信機を説明するために示すブロック構成図。

【図 2】同実施の形態におけるOFDMデコード後のI軸のデータを説明するために示す図。

【図 3】同実施の形態におけるI、Qデータの量子化の値と計測精度とを説明するために示す図。

【図 4】同実施の形態における64QAMのI、Qデータを位相図にマッピングすることを説明するために示す図。

【図 5】同実施の形態におけるOFDMのフレーム構成を説明するために示す図。

【図 6】同実施の形態における各搬送波をI、Q成分に分解した状態を説明するために示す図。 10

【図 7】同実施の形態における妨害波成分が小さい場合のデータ変化を説明するために示す図。

【図 8】同実施の形態における妨害波成分が大きい場合のデータ変化を説明するために示す図。

【図 9】同実施の形態における遅延がある場合のI、Q成分の変化を説明するために示す図。

【図 10】同実施の形態における妨害がある場合のI、Q成分の変化を説明するために示す図。

【図 11】同実施の形態におけるFFT後のシンボルデータ列を説明するために示す図。 20

【図 12】同実施の形態における各搬送波の積算電力値を説明するために示す図。

【図 13】同実施の形態における各搬送波の積算電力を得る場合に取り扱うビットを説明するために示す図。

【図 14】同実施の形態における各搬送波と誤差電力積算値とを説明するために示す図。

【図 15】同実施の形態における妨害波検知部の一例を説明するために示すブロック構成図。

【図 16】同実施の形態におけるOFDM波のスペクトラムと妨害波とを二重投影して描画した状態を説明するために示す図。

【図 17】OFDM波の同一帯域内に存在する外的な妨害波がOFDMスペクトラムの中に埋もれて観測されない状態を説明するために示す図。 30

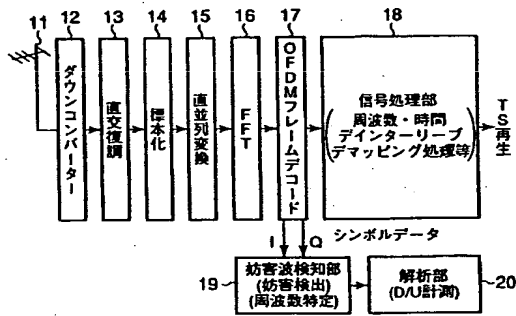
【図 18】同実施の形態における妨害電力が小さい場合についての動作例を説明するためのフローチャート。

【符号の説明】

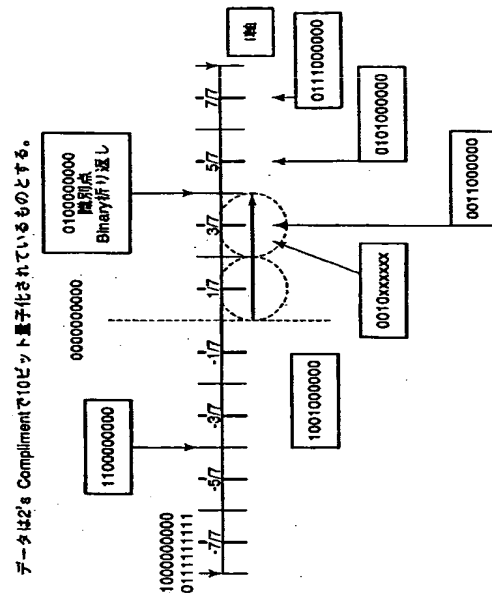
【0091】

11…アンテナ、12…ダウンコンバータ、13…直交復調部、14…標本化部、15…直並列変換部、16…FFT部、17…OFDMフレームデコード部、18…信号処理部、19…妨害波検知部、20…解析部、21…加算器、22…DタイプFF部、23…判定部。

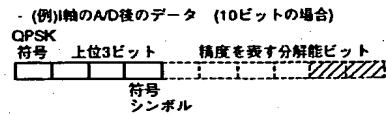
【図 1】



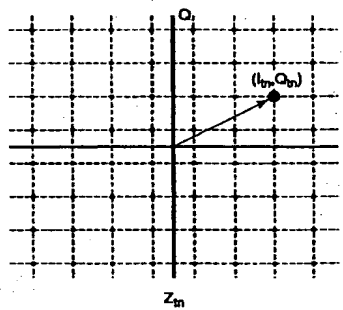
【図 3】



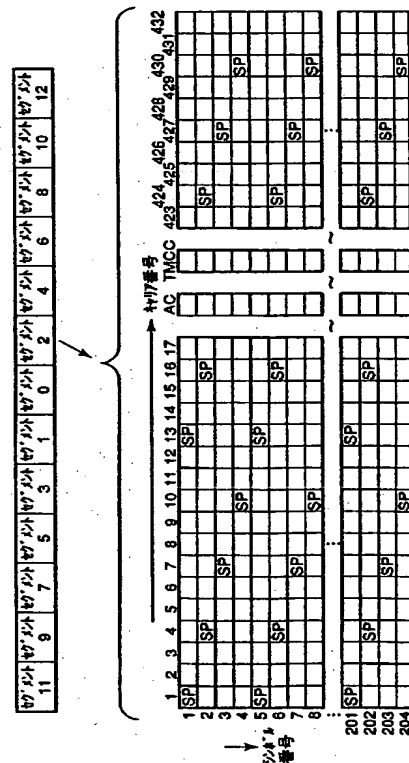
【図 2】



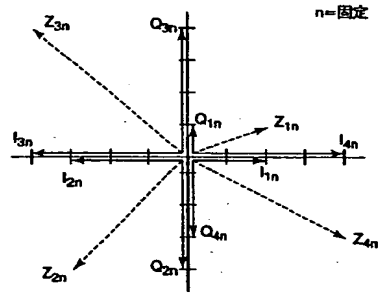
【図 4】



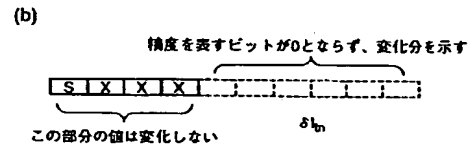
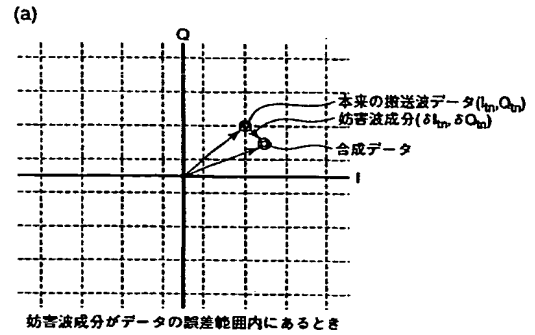
【図 5】



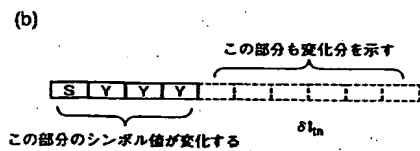
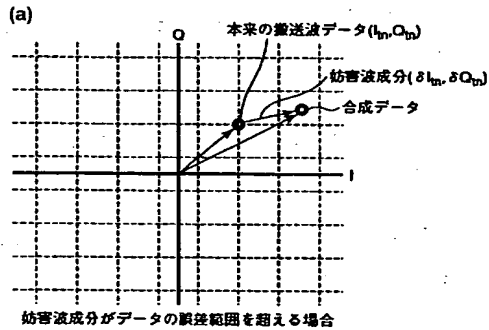
【図 6】



【図 7】

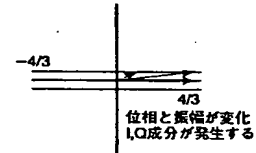


【図 8】

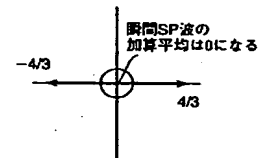


【図 9】

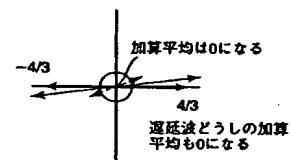
(a) 遅延がある時の瞬間SP



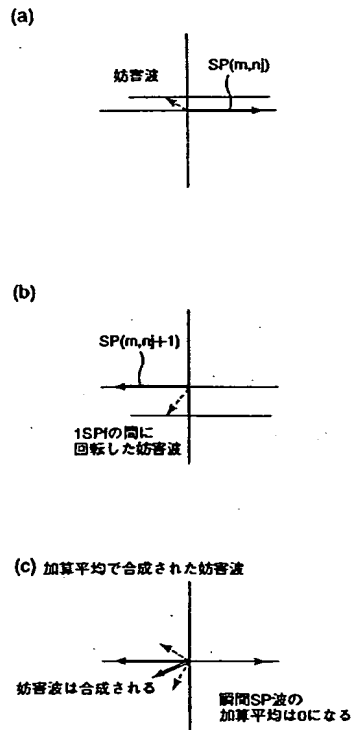
(b) 瞬時SP波の加算平均



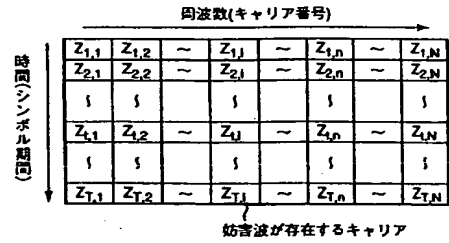
(c) 遅延がある時の加算平均



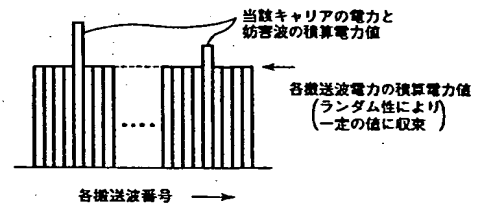
【図10】



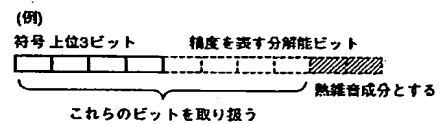
【図11】



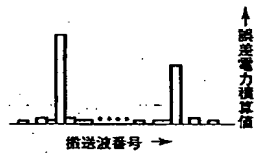
【図12】



【図13】



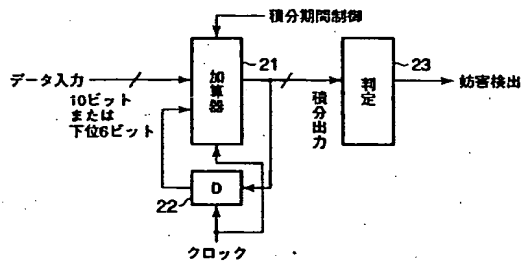
【図14】



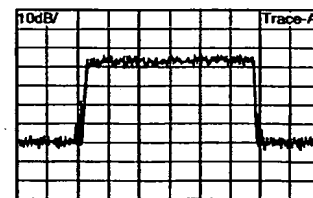
【図16】



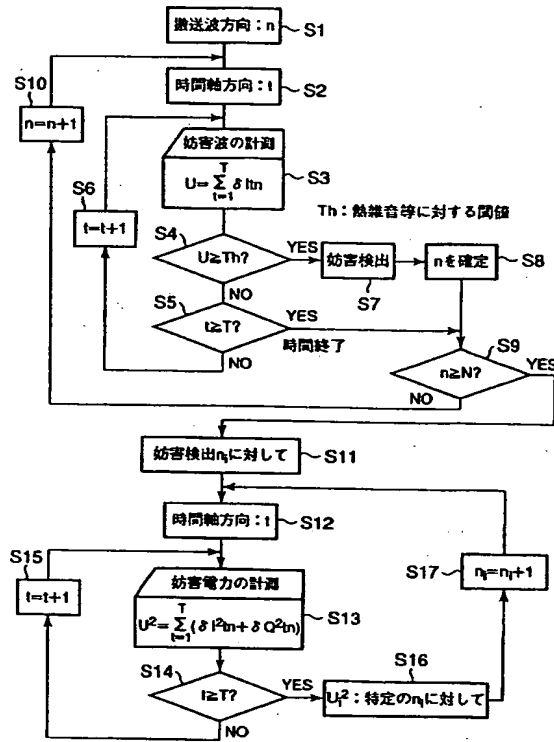
【図15】



【図17】



【図 18】



フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 水川 毅

大阪府大阪市北区扇町2丁目1番7号 関西テレビ放送株式会社内

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD33

5K042 BA02 BA08 CA02 CA23 DA03 DA11 FA11